

**INFLUÊNCIA DO PRÉ-AQUECIMENTO DE RESINAS COMPOSTAS SOBRE AS
PROPRIEDADES FÍSICAS E APLICABILIDADE CLÍNICA**

**INFLUENCE OF PRE-HEATING COMPOUND RESINS ON PHYSICAL
PROPERTIES AND CLINICAL APPLICABILITY**

Eduarda da Silva Santos¹
Eloah Nunes de Almeida²
Walleska Feijó Liberato³
José Rafael Assad Cavalcante³
Luis Felipe Jochims Schneider⁴
Larissa Maria Assad Cavalcante⁵

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre as principais influências do pré-aquecimento da resina composta sobre propriedades físico-químicas e a aplicabilidade clínica dessa técnica. **Materiais e métodos:** A metodologia utilizada foi de busca nas Bases de dados PubMed, MEDLINE, Periódicos Capes e LILACS. **Resultados:** Verificou-se que o pré-aquecimento de resinas tem mostrado resultados positivos em estudos laboratoriais realizados até o momento. Alguns apontam melhor adaptação do material às paredes da cavidade e consequente redução da quantidade de bolhas. Outros apontam que o aumento da temperatura pode elevar a mobilidade molecular e aumentar a frequência de colisão de espécies reativas, permitindo maior conversão de monômeros antes do início da fase de vitrificação do material e consequente redução dos valores de tensão de polimerização. Com relação à técnica, verificou-se que a temperatura de préaquecimento de compósitos restauradores pode variar entre 60-70° C e em períodos de tempo que podem variar de 3 a 30 minutos. Também foi verificado que o préaquecimento de resinas compostas tem apresentado resultados positivos quando o material é empregado como agente de cimentação. **Conclusão:** Diante dos achados encontrados, pode-se concluir que o pré-aquecimento de compósitos aumentou a fluidez do material, favoreceu sua aplicação tanto para uso como material restaurador

¹ Cirurgiã-Dentista - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense.

² Mestranda em Dentística - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense. ³

Doutoranda em Dentística - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense. E-mail: walleskaliberato@id.uff.br

³ Mestrando em Ciências da Saúde da Universidade do Oeste Paulista. E-mail: ze_rafael@yahoo.com.br

⁴ Professor associado - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense. E-mail: lfjschneider@id.uff.br

⁵ Professora associada - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense. E-mail: larissacavalcante@id.uff.br

direto quanto para a cimentação de peças protéticas. Entretanto, a capacidade de alteração do comportamento é dependente da marca comercial selecionada.

Palavras-chave: Resinas compostas; Cimentação; Peças protéticas

INTRODUÇÃO

Os compósitos odontológicos, comumente chamados de resinas compostas, desempenham um papel importante dentro da odontologia em razão da sua grande aplicabilidade clínica, em especial na devolução de função e estética. Na última década, estes materiais foram intensamente pesquisados, com o intuito melhorar algumas propriedades negativas apresentadas. A otimização e agilidade nos procedimentos são estímulos para a inovação das resinas, visando um tempo clínico menor e melhora de performance clínica do material (1–5).

Os compósitos são materiais formados de três componentes principais: (a) uma matriz resinosa – formulada por componentes orgânicos capazes de estabelecer uma grande densidade de ligações cruzadas; (b) partículas inorgânicas de reforço à base de materiais cerâmicos capazes de elevar as propriedades físico-químicas do material; e (c) um agente de ligação capaz estabelecer compatibilidade química entre os compostos orgânicos e inorgânicos, sendo o metacrilóxi-propil trimetoxi-silano (MPTS) o mais comumente empregado. Tais resinas são usadas para restaurar e repor tecidos dentais e também para assentar e/ou cimentar coroas e facetas e outros dispositivos odontológicos pré-fabricados (6,7).

Esse material mimetiza a aparência da estrutura dental natural, o que colabora para que se tornem um dos materiais mais populares para restaurações estéticas. Outra vantagem dos materiais resinosos é a possibilidade de apresentação de uma gama de consistências, desde altamente fluídas até pastas mais viscosas, permitindo que sejam manipuladas e moldadas a cavidade e através da reação de polimerização se tornando um material rígido, resistente, estético e durável. Entretanto, uma constante falha nas restaurações de resinas compostas é a ruptura da interface adesiva. Geralmente associada a uma das principais características negativas das resinas: a contração de polimerização. Essa contração ocorre quando os monômeros

da resina, durante a polimerização se aproximam estabelecendo, entre si, ligações covalentes, fazendo com que haja uma redução de volume, ou seja, a resina sofre uma contração volumétrica e conseqüente desenvolvimento de tensões de polimerização. (6)

Uma técnica que vem sendo estudada para melhorar o desempenho da resina composta proposta por alguns pesquisadores é a realização de um pré-aquecimento antes da aplicação da luz. Segundo alguns estudos esse pré-aquecimento poderia diminuir a tensão resultante da contração de polimerização e levaria a um grau de conversão maior, aumentando as propriedades físico-químicas do material. (8–12) Entretanto, muitas dúvidas ainda permanecem em especial relação à aplicabilidade clínica de uso desta técnica e seus reais benefícios. Assim, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre as principais influências do préaquecimento da resina composta em suas propriedades físico-químicas e a aplicabilidade clínica dessa técnica.

REVISÃO DE LITERATURA

Foi realizada busca eletrônica nas Bases de dados PubMed, MEDLINE, Periódicos Capes e LILACS, os critérios de inclusão foram artigos que incluíram nos estudos dispositivos para o pré-aquecimento de resinas compostas. Os descritores usados foram “*pre-heating*”, “*resin composite*”, “*Monomer Conversion*”.

Composição básica dos compósitos odontológicos:

A matriz orgânica constitui a parte quimicamente ativa das resinas compostas, e é comumente formada pelo Bis-GMA (bisfenol-A glicidil metacrilato) ou UDMA (uretano dimetacrilato). Os mesmos, são monômeros que irão estabelecer ligações cruzadas no momento da polimerização, conferindo resistência ao material. Devido ao alto peso molecular, o Bis-GMA e o UDMA são extremamente viscosos à temperatura ambiente, o que dificulta a incorporação de carga à matriz resinosa. Por isso, são associados a outros monômeros de menor peso molecular, sendo o TEGDMA (trietileno-glicol-dicidil metacrilato) aquele mais comumente utilizado (6,7).

A fase inorgânica é composta partículas cerâmicas de vidro em diferentes quantidades, formas e tamanhos e é responsável pela principal classificação dos compósitos em relação ao tamanho dessas partículas (13,14). A união entre esta e as partículas de carga é realizada por um agente de união, como o silano, visto que as mesmas, possuem uma natureza quimicamente distintas. O silano é aplicado na superfície durante o processo de fabricação dos compósitos, pois possuem capacidade de se unir quimicamente à superfície da carga, bem como à matriz orgânica, que propicia uma interface adesiva, permitindo que a resina composta atue como uma unidade quando submetida a tensões. (15)

Um componente fundamental que também é disperso junto à matriz orgânica de compósitos odontológicos é o seu sistema de iniciação. De maneira geral, pode-se dizer que as resinas compostas podem apresentar método de ativação químico, físico (luz) ou dual. Na ativação química, o material é disponibilizado em duas pastas, sendo uma pasta catalisadora, contendo um acelerador (amina orgânica) e uma pasta base contendo peróxido orgânico. A reação do material se inicia somente após a mistura de ambas, o que tira do operador a possibilidade de controle do tempo de trabalho. Nos materiais fotopolimerizáveis, o acelerador e o iniciador estão presentes na mesma pasta. Entretanto a reação só se inicia quando o iniciador é exposto por uma fonte de luz de amplo espectro de comprimento de onda específico, capaz de sensibilizar o fotoiniciador primário. O fotoiniciador mais comumente utilizado no mercado é a canforquinona e seu pico de absorção de luz está na faixa de 468 nm (luz azul). (6,16)

O processo de polimerização, limitações e possibilidades:

Apesar de não poder ser considerada uma propriedade em si, o grau de conversão (GC) de monômeros em polímeros é uma variável de suma importância, pois consiste na quantidade de unidades de moléculas que se unem para formar cadeias poliméricas. O GC está diretamente associado ao processo de polimerização do compósito e, de maneira geral, quanto maior o grau de conversão para um dado material, melhores as propriedades físico-químicas resultantes, como resistência à flexão, resistência à compressão, resistência à tração, módulo de elasticidade, tenacidade à fratura, dureza, resistência ao desgaste, absorção e solubilidade, entre

outros (17–19). No entanto, as propriedades mecânicas são também dependentes de como se dá a formação de rede polimérica, seja mais linear ou seja de maior densidade de ligações cruzadas (6,17).

A conversão de monômeros em polímeros depende de vários fatores, tais como a composição da resina, a transmissão de luz através do material e a concentração de moléculas fotossensíveis, iniciadores e inibidores. A fotopolimerização de materiais à base de dimetacrilato exibem conversão incompleta de ligações duplas (de 50 a 75%), deixando uma proporção significativa de grupos de metacrilato sem reagir (20). Tal fato depende do tipo de monômero, quantidade de carga, do sistema iniciador e do procedimento de fotoativação. A conversão incompleta gera monômeros residuais podendo resultar em possíveis reações alérgicas, estímulo do crescimento de bactérias em torno da restauração e diminuição da resistência mecânica.

Outra propriedade importante é a contração de polimerização (CP) que se desenvolve conforme o monômero é convertido em polímero e o espaço livre entre os monômeros diminui. Por sua vez, essa contração de polimerização produz tensões residuais na resina depois que ela atinge o ponto gel e começa a endurecer. A CP e a tensão resultante podem ser afetadas pelo volume total de compósitos, pelo tipo de compósito, pela velocidade de polimerização e pela proporção de superfícies aderidas/não aderidas (fator C), essas tensões tendem a se desenvolver na interface dente/compósito, enfraquecendo a adesão e, eventualmente, abrindo um espaço na margem da restauração (6). Conseqüentemente os riscos para infiltração marginal e os problemas de manchamento e cáries recorrentes são exacerbados.

Alguns estudos vêm sendo feitos a fim de elaborar técnicas que promovam maior conversão e melhores propriedades mecânicas sem comprometer a vedação marginal. A primeira abordagem para este objetivo foi feita por o uso de métodos de polimerização por luz inicial de baixa intensidade, mas com resultados insatisfatórios. Assim, uma outra linha de estudos, passou a focar na influência do pré-aquecimento sobre as propriedades físico-químicas de materiais restauradores e sobre pré-requisitos – como as manutenção da integridade marginal, adaptação do material à cavidade, entre outros (12,21,22).

Pré-aquecimento de resinas compostas – fundamentos

O princípio dessa técnica inicialmente se baseia no pré-aquecimento moderado da resina composta antes da sua aplicação clínica fotoativação (3,8,23). A diminuição da viscosidade ocasionada pelo pré-aquecimento do compósito restaurador faz com que os radicais livres e as cadeias de polímero em propagação tornem-se mais móveis e reaja em maior extensão ou que reajam na sua maior porção antes de se atingir o ponto de vitrificação - momento no qual o material passa desenvolver o seu módulo de elasticidade e, conseqüentemente, tensão de polimerização. (8–10). Entretanto, os resultados encontrados são divergentes e pouco conclusivos sobre os reais benefícios do pré-aquecimento sobre as propriedades físico-químicas do material e com relação ao potencial dessa técnica como forma de reduzir a tensão de polimerização, pois se por um lado a maior conversão (6,24–26).

Pré-aquecimento de resinas compostas – potencial de polimerização e propriedades físico-químicas resultantes

O primeiro estudo relacionado ao potencial de polimerização de resinas compostas pré-aquecidas foi realizado por Daronch e colaboradores em 2005 (8). A elevação da temperatura da resina produziu um aumento significativo no grau de conversão medido 5 minutos após o início da fotoativação. Os valores de conversão variaram de 31,6% a 67,3%, dependendo da temperatura, tempo de fotoativação e superfície do compósito. Com a utilização do tempo de fotoativação de 20s, a conversão na superfície externa variou de 35,4% a 66,3% (3°C e 60°C, respectivamente) e de 31,6% a 63,0% na base (2mm de profundidade). Para todos os tempos de fotoativação utilizados a uma determinada temperatura, o valor de conversão da resina da superfície externa superou àquele em 2mm de profundidade ($p < 0,05$). Na superfície superior da resina, não houve diferença quanto ao grau de conversão entre os tempos de 20 e 40s de fotoativação (8). Assim, de acordo com os autores, o material resultante do pré-aquecimento atinge maior conversão de monômero com menor dose de energia aplicada, permitindo redução da duração da exposição em até 75%. Em 2006, Daronch e colaboradores (10) verificaram que o grau de conversão obtido no momento da taxa máxima de polimerização aumentou

com a temperatura, permitindo que mais da reação ocorresse antes da vitrificação do que à temperatura ambiente. Entretanto, é importante salientar que este estudo foi realizado com apenas uma marca comercial de resina composta.

Segundo Muñoz e colaboradores (27), a utilização de menor exposição para polimerizar o compósito foi validada. Reduzindo a exposição em 25 a 50% e aumentando a temperatura, os autores foram capazes de obter taxas de conversão comparáveis a uma resina composta à temperatura ambiente. A teoria é que, embora menos radicais sejam formados devido ao menor tempo de exposição, há uma maior mobilidade devido ao aumento da temperatura e, portanto, uma maior taxa de conversão (27). Entretanto, diversos estudos têm sido realizados desde então e na sua maioria não apresentam benefícios em termos de propriedades mecânicas. No mesmo ano, em 2008, Uctasli e colaboradores (28) publicaram um estudo e concluíram que as propriedades mecânicas dos materiais testados não mudaram em função do pré-aquecimento e que o real benefício da técnica está associada à potenciais vantagens clínicas, como melhor adaptação às paredes das cavidades. Desde então, outros estudos foram realizados e chegaram à conclusões semelhantes (12,29–31), incluindo estudos realizados com resinas bulk-fill (32,33).

Pré-aquecimento de resinas compostas – manutenção da temperatura e riscos de elevação da temperatura intrapulpar

O principal problema ao trabalhar com compostos pré-aquecidos é manter a temperatura assim que o composto for removido da unidade base do aquecedor. Para Muñoz e colaboradores (27) o potencial benefício clínico do material está associado à adaptação marginal superior, mas este efeito vantajoso da viscosidade reduzida da pasta de material teria que ser clinicamente comprovada, uma vez que a temperatura cai rapidamente ao ser removida do dispositivo de pré-aquecimento. Com relação ao potencial de uso clínico, um estudo in vivo indicou que a temperatura do compósito pré-aquecido usando a configuração de pré-aquecimento de 60°C permaneceu apenas 6 a 8°C acima da temperatura intraoral e reduziu drasticamente uma vez que foi injetado (19). Os estudos realizados desde então concluem que risco de dano pulpar é baixo (34).

Alguns estudos indicaram que o aumento da temperatura da resina composta ocasiona uma maior contração de polimerização. Por isso, fora sugerido que os compósitos pré-aquecidos resfriasse por alguns segundos após o aquecimento e antes da cura. A cura retardada foi originalmente sugerida para reduzir a quantidade de contração térmica que ocorreria se o compósito fosse fotopolimerizado imediatamente em alta temperatura a faixa de temperatura mais alta aparentemente causaria uma maior contração térmica. No entanto, o atraso de 15 segundos realmente produziu mais microinfiltração. Uma explicação é que o retardo de 15 segundos permitiu o comportamento viscoelástico no compósito, o que fez com que ele se afastasse das paredes do preparo dentário. A partir dos resultados deste estudo, deve ser recomendado que o compósito pré-aquecido seja fotopolimerizado imediatamente após a colocação, sem demora. Desta forma, os efeitos positivos da microinfiltração reduzida poderiam ser obtidos sem a influência negativa da deformação elástica retardada. O compósito pré-aquecido resultou em significativamente menos microinfiltração na margem cervical em comparação com o controle (35).

É provável que o composto aquecido esfrie rapidamente, reduzindo o benefício do calor. Mas mesmo se o compósito pré-aquecido esfriar abaixo de 54°C (talvez para 30 ou 40°C), os benefícios ainda podem ser vistos (em termos de conversão) em comparação com aqueles obtidos quando o compósito estava à temperatura ambiente (8).

DISCUSSÃO

Em 2003 o Dr. Joshua Friedman desenvolveu um aparelho para aquecer resinas compostas para, em seguida, fotoativá-la usando luz visível, e denominou esse procedimento de técnica de fotopolimerização térmica. Esse dispositivo, denominado Calset (Calset, AdDent Inc, Danbury, CT, EUA) consiste em uma base de aquecimento recoberta por uma placa sobre a qual cápsulas contendo resina composta no seu interior podem ser mantidas aquecidas até o momento de sua utilização. A bandeja também funciona armazenando cápsulas pré-aquecidas e pode ser removida do aquecedor e levada para próximo do campo operatório.

Posteriormente outras versões foram desenvolvidas, com a possibilidade de também se aquecer instrumentos e acessórios para que, dessa forma, a perda das características de escoamento devido à redução de temperatura causada pelo contato com eles. Desde então, outros dispositivos têm sido lançados tanto no mercado brasileiro quanto no exterior. Recentemente, inclusive, sistemas específicos de injeção e resinas compostas formuladas especificamente para pré-aquecimento. Um exemplo é a resina Viscalor, da empresa Voco, disponibilizada tanto para a versão convencional quanto bulkfill.

Com exceção da possibilidade de melhora da adaptação do material às paredes cavitárias e da facilidade de extrusão do material da embalagem (12,36) os resultados de estudos laboratoriais não mostram grandes vantagens para a técnica de pré-aquecimento de resinas compostas quando empregadas para restaurações diretas. Por outro lado, o pré-aquecimento da resina composta convencional produz uma espessura de película reduzida para alguns materiais (37) e, desta forma, a técnica passou a ser adotada para cimentação de peças protéticas (38–41) e resultados interessantes têm sido encontrados.

Almeida e colaboradores (24) verificaram que as resinas compostas *flow* e regulares pré-aquecidas apresentaram estabilidade de cor semelhante à de resinas do tipo veneer. Schneider e colaboradores (42) verificaram que o pré-aquecido produziu a menor variação de cor após envelhecimento quando comparado a cimentos veneer, dual convencional e dual livre de amina. É importante mencionar que, além da melhor estabilidade de cor, não houve perda do potencial de polimerização da resina composta em razão da interposição de uma peça cerâmica com 1,5 mm de espessura empregada à temperatura ambiente. Este fato é importante de ser apontado pois assim que a resina é retirada do dispositivo, sua temperatura começa a cair, sendo necessário que o operador domine a técnica para uma perfeita execução e melhor aproveitamento dos benefícios do pré-aquecimento. Outra possibilidade é que a peça protética pode também ser pré-aquecida.

Com relação à seleção da resina composta a ser empregada, é importante mencionar que nem toda resina composta apresenta um resultado satisfatório de escoamento – e conseqüente espessura de película – quando pré-aquecida. O

desempenho geral da técnica de pré-aquecimento depende da seleção adequada do material e do uso de energia de ultra-som para reduzir a espessura do filme (25,26,43–45). Além da resina composta, o pré-aquecimento também tem sido avaliado como forma de se melhorar a capacidade de polimerização de outros materiais. Cantoro e colaboradores (21) verificaram que o pré-aquecimento à 60°C aumentou o potencial de união do cimento Panavia F2.0 (Kuraray). Em estudo recente, foi demonstrado que pré-aquecimento do sistema adesivo (*primer e bond*) aumentou significativamente os valores de resistência à microtração após 1 semana e 6 meses de envelhecimento (22).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os benefícios comprovados do pré-aquecimento de resina composta incluem e adaptação aprimorada do material às paredes da cavidade.

O pré-aquecimento dos compósitos aumentaram a fluidez das resinas favorecendo seu uso em caixas proximais e cimentação de peças protéticas, porém a fluidez alcançada nas resinas dependerá da composição desta.

As resinas pré-aquecidas apresentaram uma melhora nas taxas de conversão do monômero e tempos de polimerização curtos alcançando a mesma dureza de resinas a temperatura ambiente.

REFERÊNCIAS

1. Da Costa JB, Hilton TJ. Effect of preheating resin composite on restoration microleakage: Commentary. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23(4):271.
2. Darabi F, Seyed-Monir A, Mihandoust S, Maleki D. The effect of preheating of composite resin on its color stability after immersion in tea and coffee solutions: An in-vitro study. Vol. 11, *Journal of Clinical and Experimental Dentistry.* 2019. p. e1151–6.
3. Lopes LCP, Terada RSS, Tsuzuki FM, Giannini M, Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials—a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2020;

4. Gugelmin B, Miguel L, Baratto FILHO F, Cunha L, Correr G, Gonzaga C. Color Stability of Ceramic Veneers Luted With Resin Cements and Pre-Heated Composites- 12 Months Follow-Up.pdf. 2020. p. 69–77.
5. Khan AS. Effect of ultrasonic vibration on structural and physical properties of resin-based dental composites. *Polymers (Basel)*. 2021;13(13).
6. Schneider LFJ, Cavalcante LM, Silikas N. Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: A review. *J Dent Biomech*. 2010;1(1):1–14.
7. Maas MS, Alania Y, Natale LC, Rodrigues MC, Watts DC, Braga RR. Trends in restorative composites research: What is in the future? *Braz Oral Res*. 2017;31:23– 36.
8. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite. *J Dent Res*. 2005;84(7):663–7.
9. Daronch M, Rueggeberg FA, Moss L, de Goes MF. Clinically relevant issues related to preheating composites. *J Esthet Restor Dent*. 2006;18(6):340–50.
10. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF, Giudici R. Polymerization kinetics of pre-heated composite. *J Dent Res*. 2006;85(1):38–43.
11. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. *Dent Mater*. 2014;30(6):613–8.
12. Erhardt MCG, Goulart M, Jacques RC, Rodrigues JA, Pfeifer CS. Effect of different composite modulation protocols on the conversion and polymerization stress profile of bulk-filled resin restorations. *Dent Mater*. 2020;36(7):829–37.
13. Ferracane JL. Resin composite - State of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29–38.
14. Gomes de Araújo-Neto V, Sebold M, Fernandes de Castro E, Feitosa VP, Giannini M. Evaluation of physico-mechanical properties and filler particles characterization of conventional, bulk-fill, and bioactive resin-based composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;115(October 2020).
15. Cavalcante LM, Ferraz LG, Antunes KB, Garcia IM, Schneider LFJ, Collares FM. Silane content influences physicochemical properties in nanostructured model composites. *Dent Mater*. 2021;37(2):e85–93.
16. Kowalska A, Sokolowski J, Bociong K. The photoinitiators used in resin based dental composite—a review and future perspectives. *Polymers (Basel)*. 2021;13(3):1–17.

17. Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. *Dent Mater.* 1992;8(5):290–5.
18. Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dent Mater.* 2001;17(6):504–11.
19. Rueggeberg FA, Daronch M, Browning WD, De Goes MF. In vivo temperature measurement: Tooth preparation and restoration with preheated resin composite. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(5):314–22.
20. Cook WD, Beech DR, Tyas MJ. Resin-based restorative materials-a review. 1984;29(5):8–12.
21. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Fadda GM, Ferrari M. Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dent Mater.* 2008;24(5):577–83.
22. Magne P, Mori Ubaldini AL. Thermal and bioactive optimization of a unidose 3step etch-and-rinse dentin adhesive. *J Prosthet Dent.* 2020;124(4):487.e1-487.e7.
23. Lohbauer U, Zinelis S, Rahiotis C, Petschelt A, Eliades G. The effect of resin composite pre-heating on monomer conversion and polymerization shrinkage. *Dent Mater.* 2009;25(4):514–9.
24. Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *J Prosthet Dent [Internet].* 2015;114(2):272–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.01.008>
25. Sampaio CS, Barbosa JM, Cáceres E, Rigo LC, Coelho PG, Bonfante EA, et al. Volumetric shrinkage and film thickness of cementation materials for veneers: An in vitro 3D microcomputed tomography analysis. *J Prosthet Dent [Internet].* 2017;117(6):784–91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.08.029>
26. Marcondes RL, Lima VP, Barbon FJ, Isolan CP, Carvalho MA, Salvador M V., et al. Viscosity and thermal kinetics of 10 preheated restorative resin composites and effect of ultrasound energy on film thickness. *Dent Mater.* 2020;36(10):1356–64.
27. Muñoz CA, Bond PR, Sy-Muñoz J, Tan D, Peterson J. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites. *Am J Dent.* 2008;21(4):215–22.

28. Uctasli M, Arisu H, Lasilla L, Valittu P. Effect of preheating on the properties of resin composite. *Eur J Dent.* 2008;2:263–8.
29. Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, Hannigan A. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *J Oral Rehabil.* 2010;37(4):278– 82.
30. Deb S, Di Silvio L, MacKler HE, Millar BJ. Pre-warming of dental composites. *Dent Mater.* 2011 Apr;27(4).
31. Ayub K V., Santos GC, Rizkalla AS, Bohay R, Pegoraro LF, Rubo JH, et al. Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composites. *J Can Dent Assoc (Tor).* 2014;80.
32. Demirel G, Orhan AI, Irmak O, Aydın F, Büyüksungur A, Bilecenoğlu B, et al. Effects of Preheating and Sonic Delivery Techniques on the Internal Adaptation of Bulk-fill Resin Composites. *Oper Dent.* 2021;46(2):226–33.
33. Demirel G, Orhan AI, Irmak O, Aydın F, Buyuksungur A, Bılecenoğlu B, et al. Micro-computed tomographic evaluation of the effects of pre-heating and sonic delivery on the internal void formation of bulk-fill composites. Vol. 40, *Dental Materials Journal.* 2021. p. 525–31.
34. Karacan AO, Ozyurt P. Effect of preheated bulk-fill composite temperature on intrapulpal temperature increase in vitro. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(6):583–8.
35. Wagner W, Asku M, Neme AML, Linger JB, Pink FE, Walker S. Effect of preheating resin composite on restoration microleakage. *Oper Dent.* 2008 Jan;33(1):72–8.
36. Yang J, Silikas N, Watts DC. Pre-heating effects on extrusion force, stickiness and packability of resin-based composite. *Dent Mater.* 2019 Aug;
37. Blalock JS, Holmes RG, Rueggeberg FA. Effect of temperature on unpolymerized composite resin film thickness. *J Prosthet Dent.* 2006;96(6):424–32.
38. Magne P, Schlichting H, Maia P, Narciso L, Catarina S. In Vitro Fatigue Resistance of CAD / CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent.* 2010;

39. Magne P, Razaghy M, Carvalho MA, Soares LM. Luting of inlays, onlays, and overlays with preheated restorative composite resin does not prevent seating accuracy. *Int J Esthet Dent*. 2018;13(3):318–32.
40. Goulart M, Veleza BB, Dami D, Ambrosiano GMB, Coelho-De-Souza FH, Erhardt MCG. Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations : effects on bond strength and resin – dentin interfaces. *Eur J Esthet Dent*. 2018;13(1):86–97.
41. Tomaselli L de O, de Oliveira DCRS, Favarão J, da Silva AF, Pires-De-Souza F de CP, Geraldeli S, et al. Influence of pre-heating regular resin composites and flowable composites on luting ceramic veneers with different thicknesses. *Braz Dent J*. 2019 Sep 1;30(5):459–66.
42. Felipe L, Schneider J, Barroso R, Feijó W, Esteves V, Moraes RR, et al. Curing potential and color stability of different resin-based luting materials. 2020;6:309–15.
43. Al-Ahdal K, Silikas N, Watts DC. Rheological properties of resin composites according to variations in composition and temperature. Vol. 30, *Dental Materials*. 2014. p. 517–24.
44. Al-Ahdal K, Ilie N, Silikas N, Watts DC. Polymerization kinetics and impact of post polymerization on the Degree of Conversion of bulk-fill resin-composite at clinically relevant depth. Vol. 31, *Dental Materials*. 2015. p. 1207–13.
45. Coelho NF, Barbon FJ, Machado RG, Bocato N, Moraes RR. Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar ceramic. Vol. 35, *Dental Materials*. 2019. p. 1430–8.

